

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

整理番号 10010160

発送番号 155342

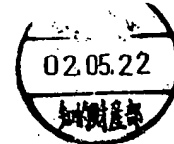
発送日 平成14年 5月21日 1 / 2

## 拒絶理由通知書

SPIN済

住友電工整理番号	技責 熊澤
D- 62253	庁 期 限
	7/20(最終7/22)

特許出願の番号 特願2000-255504  
 起案日 平成14年 5月15日  
 特許庁審査官 清水 稔 8525 5W00  
 特許出願人代理人 上代 哲司(外 1名) 様  
 適用条文 第29条第2項



この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものである。これについて意見があれば、この通知書の発送の日から60日以内に意見書を提出して下さい。

## 理 由

この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願前日本国内又は外国において頒布された下記1, 2の刊行物に記載された発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

## 記

請求項1に係る発明について

引用例1：特開平03-198412号公報(III型に係る第7～10, 13, 23～26図の△印参照。)

又は、

引用例2：特開平05-083078号公報(III型に係る第6, 7, 12, 13図の▲印参照。)

請求項11に係る発明について

引用例1

請求項12に係る発明について

引用例2

請求項2～10に係る発明については、現時点では、拒絶の理由を発見しない。拒絶の理由が新たに発見された場合には拒絶の理由が通知される。

以上

- ・調査した分野 IPC第7版 H03H9/25
- ・先行技術文献 <本願請求項2～10に係る発明が自社の公開公報、学会発表論文に記載されていないかどうか、自ら確かめて下さい。>

VERIFICATION

The undersigned, of the below address, hereby certifies that he/she well knows both the English and Japanese languages, and that the attached is an accurate English translation of the PCT application filed on October 4, 2000 under No. PCT/JP00/06944

The undersigned declares further that all statements made herein of his/her own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issuing thereon.

Signed this 18th day of October, 2001

Signature: Shigeru Okuda  
Name: Shigeru OKUDA

Address: c/o Itami Works of Sumitomo Electric Industries, Ltd.  
1-1, Koyakita 1-chome, Itami-shi, Hyogo, Japan

Reference No. 100I0160

Dispatch No. 155342

Dispatch Date: May 21, 2002

**Notification of Reasons for Rejection**

Patent Application No.: Patent Application No. 255504/2000

Drafting Date: May 15, 2002

JPO Examiner: Minoru SHIMIZU                      8525 5W00

Representatives of Applicant: Tetsuji JODAI

Applied Law: Patent Law Section 29(2)

This application is rejected for the following reasons. An opinion, if any, should be submitted within 60 days from the dispatched date of the notification.

**Reasons**

The inventions in the claims listed below of the subject application should not be granted a patent under the provision of Patent Law Section 29(2) since it could have easily been made by persons with ordinary skill in the art to which the inventions pertain, on the basis of the inventions described in the following publications<sup>1</sup> and 2 which were distributed in Japan or foreign countries prior to the filing of the subject application.

**Note**

- **Claim 1**

Cited document 1: Unexamined published Japanese patent application Tokukaihei 03-198412 (see mark  $\triangle$  of figs. 7 to 10, 13, 23 to 26 concerning Type III).

Or Cited document 2: Unexamined published Japanese patent application Tokukaihei 05-083078 (see mark  $\blacktriangle$  of figs. 6, 7, 12 and 13 concerning Type III).

- **Claim 11**

- **Claim 12**

No reasons for rejection are found at present, for the inventions of the claims other than claims 2 to 10. If any reasons for rejection are subsequently found, you will be notified.

- **Technical fields to be searched: the 7<sup>th</sup> version of IPC H03H 9/25**
- **Prior Art documents: Please confirm whether the invention of the claims 2-10 is described in your laid-open publications and presented theses of scientific societies.**

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
 US Department of Commerce  
 United States Patent and Trademark  
 Office, PCT  
 2011 South Clark Place Room  
 CP2/5C24  
 Arlington, VA 22202  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
 in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 22 June 2001 (22.06.01)	
International application No. PCT/JP00/06944	Applicant's or agent's file reference 100184-WO-00
International filing date (day/month/year) 04 October 2000 (04.10.00)	Priority date (day/month/year) 15 October 1999 (15.10.99)
Applicant HACHIGO, Akihiro et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
 21 March 2001 (21.03.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
 \_\_\_\_\_

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Antonia Muller Telephone No.: (41-22) 338.83.38
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

特 許 協 力 条 約

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]

REC'D 06 JUL 2001

WIPO PCT

出願人又は代理人 の書類記号 100184-WO-00	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/06944	国際出願日 (日.月.年) 04.10.00	優先日 (日.月.年) 15.10.99
国際特許分類(IPC) Int. Cl <sup>7</sup> H03H9/145		
出願人(氏名又は名称) 住友電気工業株式会社		

- 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
- この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。  
☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で 4 ページである。

- この国際予備審査報告は、次の内容を含む。  
I ☒ 国際予備審査報告の基礎  
II ☐ 優先権  
III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成  
IV ☐ 発明の単一性の欠如  
V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明  
VI ☐ ある種の引用文献  
VII ☐ 国際出願の不備  
VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 21.03.01	国際予備審査報告を作成した日 25.06.01	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 清水 稔 電話番号 03-3581-1101 内線 6441	5W 8525

様式PCT/IPEA/409(表紙)(1998年7月)



## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に  
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
 PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1-3, 5, 7-13 ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書 第 4, 6 ページ、 13.06.01 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 3-10 項、 出願時に提出されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 請求の範囲 第 2 項、 13.06.01 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1/10-10/10 ページ/図、 出願時に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☒ 請求の範囲 第 1, 11, 12 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 2-10

有

請求の範囲

無

進歩性(IS)

請求の範囲 2-10

有

請求の範囲

無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲 2-10

有

請求の範囲

無

## 2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

請求の範囲2-10に記載された発明は、国際調査報告で引用された文献1(JP, 3-198412, A(住友電気工業株式会社)29.8月.1991(29.08.91))、文献2(JP, 5-83078, A(住友電気工業株式会社)2.4月.1993(02.04.93))、及び文献3(1989 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM VOL.1, K.Yamanouchi et al., "SAW PROPAGATION CHARACTERISTICS AND FABRICATION TECHNOLOGY OF PIEZOELECTRIC THIN FILM/DIAMOND STRUCTURE" p.351-354)に対して進歩性を有する。

文献1-3には、

請求の範囲2に記載された「 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 5.0 \sim 6.0$ 」なる要件、  
 請求の範囲3に記載された「 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0 \sim 8.5$ 」なる要件、  
 請求の範囲4に記載された「 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.0 \sim 10.0$ 」なる要件、  
 請求の範囲5に記載された「 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.7 \sim 9.5$ 」なる要件、  
 請求の範囲6に記載された「 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.2 \sim 8.5$ 」なる要件、  
 請求の範囲7に記載された「 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.8 \sim 9.5$ 」なる要件、  
 請求の範囲8に記載された「 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 4.8 \sim 6.0$ 」なる要件、  
 請求の範囲9に記載された「 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0 \sim 8.5$ 」なる要件、  
 請求の範囲10に記載された「 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.0 \sim 10.0$ 」なる要件、

が記載されておらず、しかもその点は文献1-3に示唆されていないから当業者といえども容易に想到し得ないものである。

る電気機械結合係数 $K^2$ の測定結果を示すグラフである。

図10は、本発明の実施例によるI型の表面弾性波素子において、ダイヤモンド層の厚みを $(2\pi \cdot HD / \lambda_M) = 4.0$ としたとき、ZnO層の厚みと伝搬損失の測定結果を示すグラフである。

5 図11は、本発明の実施例に用いた櫛形電極の平面図である。

図12は、本発明の実施例に用いたダブル電極の平面図である。

#### 符号の説明

1は基板、2はダイヤモンド層、3はZnO層、4は櫛形電極、5は短絡用電極層

10

#### 発明を実施するための最良の形態

図1はI型のものを示す。これはSi基板1の上に、ダイヤモンド層2を形成し、その上にZnO層3を設け、この上に櫛形電極4を形成したものである。これは次に述べるタイプ(2)～(4)に対応するものである。

15 図2はII型のものを示す。これはSi基板1の上に、ダイヤモンド層2を形成し、櫛形電極4をその上に設けたものである。この上にさらにZnO層3を形成する。これは次に述べるタイプ(5)に対応するものである。

図3はIII型のものを示す。これはSi基板1の上に、ダイヤモンド層2を形成し、櫛形電極4を形成し、ZnO層3を設けたものである。ここまではII型と同じである  
20 が、さらに、ZnO層3の上に短絡用電極5を形成する。これは次に述べるタイプ(6)～(7)に対応するものである。

図4はIV型のものを示す。これはSi基板1の上に、ダイヤモンド層2を形成し、この上に短絡用電極5を設ける。さらにZnO層3を形成し、この上に櫛形電極4を形成したものである。これは次に述べるタイプ(8)～(10)に対応するものである。  
25 以下、タイプ(2)～(10)について実験結果と対照しながら説明する。  
以下、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とする。

図5は、ダイヤモンド層の厚みHDを $2\pi \cdot HD / \lambda_M = 4.0$ とし、ZnO層の厚みHを変化させて位相速度(伝搬速度)を測定した結果を示すグラフである。横軸は

[タイプ2からタイプ10までの説明]

I型・・・タイプ2、3、4

(タイプ2) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みを $H$ 、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 5.0 \sim 6.0$ を満たす構造で励起される2次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度 $V$ に関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 5.0$ 未満では電気機械結合係数が0.5%以下になり、小さくなってしまう。また、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0$ を超えると伝搬速度が5500m/s以下になり従来材料で達成出来る伝搬速度になってしまう。

(タイプ3) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みを $H$ 、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0 \sim 8.5$ を満たす構造で励起される3次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度 $V$ に関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0$ 未満では電気機械結合係数が0.5%以下になり、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 8.5$ を超えると伝搬速度が5500m/s以下になり従来

## 請求の範囲

1. (削除)

2. (補正後) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みを $H$ 、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 5.0 \sim 6.0$ を満たす構造で励起される2次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。

3. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みを $H$ 、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0 \sim 8.5$ を満たす構造で励起される3次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。

4. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みを $H$ 、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.0 \sim 10.0$ を満たす構造で励起される4次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。

5. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置し、その上にZnO層を積層してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みを $H$ 、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.7 \sim 9.5$ を満たす構造で励起される5次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。

6. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜

面弾性波素子。

1 1. (削 除)

1 2. (削 除)

37

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 100184-WO-00	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/06944	International filing date (day/month/year) 04 October 2000 (04.10.00)	Priority date (day/month/year) 15 October 1999 (15.10.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H03H 9/145		
Applicant SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>3</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>4</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand 21 March 2001 (21.03.01)	Date of completion of this report 25 June 2001 (25.06.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

Int      nal application No.  
PCT/JP00/06944

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
 pages 1-3,5,7-13, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages 4,6, filed with the letter of 13 June 2001 (13.06.2001)
- ☒ the claims:  
 pages 3-10, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages 2, filed with the letter of 13 June 2001 (13.06.2001)
- ☒ the drawings:  
 pages 1/10-10/10, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. 1,11,12
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

Int      nal application No.  
PCT/JP00/06944

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	2-10	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	2-10	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	2-10	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

The inventions described in claims 2 to 10 involve an inventive step with respect to document 1 [JP, 3-198412, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 29 August 1991 (29.08.91)], document 2 [JP, 5-83078, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 2 April 1993 (02.04.93)], and document 3 [1989 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM VOL. 1, K. Yamanouchi et al., "SAW PROPAGATION CHARACTERISTICS AND FABRICATION TECHNOLOGY OF PIEZOELECTRIC THIN FILM/DIAMOND STRUCTURE" pp. 351 to 354], all cited in the ISR.

Documents 1 to 3 do not describe the following requirements:

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 5.0$  to  $6.0$  described in claim 2.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 6.0$  to  $8.5$  described in claim 3.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 9.0$  to  $10.0$  described in claim 4.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 7.7$  to  $9.5$  described in claim 5.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 7.2$  to  $8.5$  described in claim 6.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 7.8$  to  $9.5$  described in claim 7.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 4.8$  to  $6.0$  described in claim 8.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 6.0$  to  $8.5$  described in claim 9.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 9.0$  to  $10.0$  described in claim 10.

Furthermore, one skilled in the art could not have easily conceived such an idea because it is not suggested in documents 1 to 3.

## 国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第 40、41 条)

[PCT 18 条、PCT 規則 43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 100184-W0-00	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記 5 を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 00/06944	国際出願日 (日.月.年) 04. 10. 00	優先日 (日.月.年) 15. 10. 99
出願人 (氏名又は名称) 住友電気工業株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第 41 条 (PCT 18 条) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は

☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第 47 条 (PCT 規則 38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 6 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H03H9/145

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H03H9/145

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-2000

日本国公開実用新案公報 1971-2000

日本国登録実用新案公報 1994-2000

日本国実用新案登録公報 1996-2000

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P, 3-198412, A (住友電気工業株式会社) 29. 8月. 1991 (29. 08. 91) & EP, 435189, A&U S, 5160869, A&DE, 69029080, E 第24図 第15図-第18図, 第23図-第30図, J P, 5-83078, A (住友電気工業株式会社) 2. 4月. 1993 (02. 04. 93) (ファミリーなし)	1, 11 3-10
X A	【図13】 【図8】-【図9】, 【図12】-【図15】	1, 12 3-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 01. 01

国際調査報告の発送日

16.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

清水 稔

5W

8525

電話番号 03-3581-1101 内線 6441

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	1989 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM VOL.1 K.Yamanouchi et al., " SAW PROPAGATION CHARACTERISTICS AND FABRICATION TECHNOLOGY OF PIEZOELECTRIC THIN FILM/DIAMOND STRUCTURE " p.351-354 Fig.4c K <sup>2</sup> of R <sub>2</sub> (IDT arrangements (2))	2

# PATENT COOPERATION TREATY

**PCT**

**NOTIFICATION OF TRANSMITTAL  
OF COPIES OF TRANSLATION  
OF THE INTERNATIONAL PRELIMINARY  
EXAMINATION REPORT**

(PCT Rule 72.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

JODAI, Tetsuji  
Sumitomo Electric Industries, Ltd.  
1-3, Shimaya 1-chome, Konohana-ku  
Osaka-shi, Osaka 554-0024  
JAPON

<b>Date of mailing (day/month/year)</b> 19 February 2002 (19.02.02)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
<b>Applicant's or agent's file reference</b> 100184-WO-00	
<b>International application No.</b> PCT/JP00/06944	<b>International filing date (day/month/year)</b> 04 October 2000 (04.10.00)
<b>Applicant</b> SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. et al.	

**1. Transmittal of the translation to the applicant.**

The International Bureau transmits herewith a copy of the English translation made by the International Bureau of the international preliminary examination report established by the International Preliminary Examining Authority.

**2. Transmittal of the copy of the translation to the elected Offices.**

The International Bureau notifies the applicant that copies of that translation have been transmitted to the following elected Offices requiring such translation:

EP,US

The following elected Offices, having waived the requirement for such a transmittal at this time, will receive copies of that translation from the International Bureau only upon their request:

None

**3. Reminder regarding translation into (one of) the official language(s) of the elected Office(s).**

The applicant is reminded that, where a translation of the international application must be furnished to an elected Office, that translation must contain a translation of any annexes to the international preliminary examination report.

**It is the applicant's responsibility to prepare and furnish such translation directly to each elected Office concerned (Rule 74.1). See Volume II of the PCT Applicant's Guide for further details.**

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Elliott PERETTI</p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 100184-WO-00	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/06944	International filing date (day/month/year) 04 October 2000 (04.10.00)	Priority date (day/month/year) 15 October 1999 (15.10.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H03H 9/145		
Applicant SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 21 March 2001 (21.03.01)	Date of completion of this report 25 June 2001 (25.06.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/06944

## I. Basis of the report

## 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages 1-3,5,7-13, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 4;6, filed with the letter of 13 June 2001 (13.06.2001)
- ☒ the claims:  
pages 3-10, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 2, filed with the letter of 13 June 2001 (13.06.2001)
- ☒ the drawings:  
pages 1/10-10/10, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.  
These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. 1,11,12
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**

**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	2-10	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	2-10	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	2-10	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

The inventions described in claims 2 to 10 involve an inventive step with respect to document 1 [JP, 3-198412, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 29 August 1991 (29.08.91)], document 2 [JP, 5-83078, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 2 April 1993 (02.04.93)], and document 3 [1989 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM VOL. 1, K. Yamanouchi et al., "SAW PROPAGATION CHARACTERISTICS AND FABRICATION TECHNOLOGY OF PIEZOELECTRIC THIN FILM/DIAMOND STRUCTURE" pp. 351 to 354], all cited in the ISR.

Documents 1 to 3 do not describe the following requirements:

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 5.0$  to  $6.0$  described in claim 2.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 6.0$  to  $8.5$  described in claim 3.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 9.0$  to  $10.0$  described in claim 4.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 7.7$  to  $9.5$  described in claim 5.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 7.2$  to  $8.5$  described in claim 6.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 7.8$  to  $9.5$  described in claim 7.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 4.8$  to  $6.0$  described in claim 8.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 6.0$  to  $8.5$  described in claim 9.

The requirement that  $2\pi H/\lambda_M = 9.0$  to  $10.0$  described in claim 10.

Furthermore, one skilled in the art could not have easily conceived such an idea because it is not suggested in documents 1 to 3.



(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年4月19日 (19.04.2001)

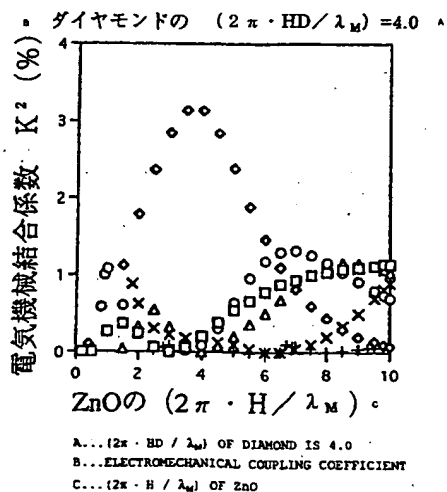
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/28089 A1

- (51) 国際特許分類: H03H 9/145 (HACHIGO, Akihiro) [JP/JP]. 板倉克裕 (ITAKURA, Katsuhiko) [JP/JP]. 藤井 知 (FUJII, Satoshi) [JP/JP]. 中幡英章 (NAKAHATA, Hideaki) [JP/JP]. 鹿田真一 (SHIKATA, Shinichi) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/06944
- (22) 国際出願日: 2000年10月4日 (04.10.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願平 11/293631  
1999年10月15日 (15.10.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 八郷昭広
- (81) 指定国 (国内): US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SAW DEVICE

(54) 発明の名称: 表面弾性波素子



(57) Abstract: A high-efficiency, high-frequency SAW device comprising diamond is provided whose operating frequency range is hundreds of MHz to tens of GHz. The SAW element comprises a diamond layer or a substrate layer with a diamond layer, a piezoelectric ZnO layer, a comb-shaped electrode layer, and a short-circuit electrode layer. The following relation is satisfied  $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 3.0$  to  $10.0$  where  $H$  is the thickness of the ZnO layer and  $\lambda$  is the wavelength of a surface acoustic wave.

WO 01/28089 A1



---

(57) 要約:

数百MHzから数10GHzに動作周波数を持ち、特に高い動作周波数を選択出来る高効率の、ダイヤモンドを用いた表面弾性波素子を提供する。

本発明の表面弾性波素子は、ダイヤモンド層あるいは基板層とダイヤモンド層と、ZnO圧電体膜層と櫛形電極層と短絡電極層とを備え、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 3.0 \sim 10.0$ が含まれる事を特徴とする。

## 明細書

## 表面弾性波素子

## 5 技術分野

本発明は数百MHzから数10GHzに動作周波数を持ち、特に高い動作周波数において良好な動作特性を有する表面弾性波素子に関する。

## 背景技術

- 10 固体表面にエネルギーが集中して伝搬する表面弾性波を利用した表面弾性波素子は、小型で作製しやすく、温度特性等が安定である為、TV受信用フィルター等として利用されている。一般に表面弾性波素子は圧電体の表面に櫛形の電極を形成して構成されている。典型的な表面弾性波素子は、表面弾性波を発生させるために、  
15 圧電体の表面上に1対の櫛形電極を備える構造を有する。入力櫛形電極に印加された交流電力は圧電体表面上で機械的エネルギーに変換されるが、電極が櫛形であるため圧電体内に疎密が発生して弾性波となり、圧電体表面を伝搬して出力櫛形電極へと到達する。そして、到達した表面弾性波は出力櫛形電極により再び電氣的エネルギーに変換され出力される。

- 近年、伝送情報量が増大し、伝送信号がマイクロ波領域に拡大しつつあり、GHz  
20 帯で使用出来る素子の需要が高まっている。一般に表面弾性波素子の動作周波数は表面弾性波の伝搬速度、及び波長で決定され、波長は櫛形電極の周期長で決定される。同じ周期長の電極を用いた場合、即ち同じ波長で表面弾性波素子を使用する場合、表面弾性波素子素材中の波の伝搬速度が大きい方が、高い周波数まで扱える。そこで物質中最高の音速を持つダイヤモンド(横波の速度:13000m/s、縦波の速度:  
25 16000m/s)を基材として用いる方法が考案されている。(例えば特公昭64-62911号公報)

一般に表面弾性波素子は、その電気機械結合係数(電氣的エネルギーが機械的エネルギーに変換される際の変換効率の指標)が大きい方が高い効率で動作する。特に

電気機械結合係数は $\geq 0.5$  (%) が望ましい。さらに高い動作周波数で使用する為には、伝搬速度が高いことが必要である。

ダイヤモンド層の上に圧電体としてZnO層を積層した構造を有する表面弾性波素子において、ZnO層の厚みを特定の範囲に限定することにより表面弾性波の伝搬速度及び電気機械結合係数が大きい素子が得られている。(例えば特開平9-51248号公報、特開平10-276061号公報など)

基板の上に形成された圧電体薄膜を用いる場合には、伝搬速度及び電気機械結合係数は、圧電体薄膜及び基板材料のみならず圧電体薄膜の膜厚にも依存する。また、薄膜を使用する場合、膜質が表面弾性波の動作特性に影響し、高い伝搬速度、電気機械結合係数、低伝搬損失を実現する為には、良好な膜質が必要である。しかしながら、上記特開平9-51248号公報や特開平10-276061号公報などに開示されている表面弾性波素子では、ZnO層の厚みが比較的薄いため膜質の劣化により伝搬損失が大きく、電気機械結合係数も理論より小さくなり良好な表面弾性波素子が形成されなかった。

本発明は、上記の状況に鑑みてなされたものであり、ダイヤモンド上にZnO層が形成された構造を有する表面弾性波素子において、数百MHzから数十GHzに動作周波数を持ち、特に高い動作周波数を選択的に使用出来る高効率の、ダイヤモンドを用いた表面弾性波素子を提供することを目的とする。

## 20 発明の開示

本発明はダイヤモンド層あるいは基板層とダイヤモンド層と、ZnO圧電体膜層と電極層と短絡電極層からなる表面弾性波素子において、ZnOの膜厚の範囲を波長との関係で規定し、同時に表面弾性波のモードを指定する事により、大きい表面弾性波伝搬速度 ( $V \geq 5500 \text{ m/s}$ ) と大きい電気機械結合係数 ( $K' \geq 0.5\%$ ) を有し、特に高い周波数で動作する伝搬損失の小さい表面弾性波素子を実現する。

以下に10の異なる条件、構造のものを説明する。以下、ZnOの膜厚をHと書き、膜厚の表現はこれを伝搬する表面弾性波の波長 $\lambda_M$ で割って、 $2\pi$ を乗じた( $2\pi \cdot H/\lambda_M$ )によって表現する。同様にダイヤモンド基板の膜厚をHDと書き。膜厚

の表現はこれを波長で割って、 $2\pi$ を乗じた( $2\pi \cdot HD/\lambda_M$ )によって表現する。これらは無次元のパラメータである。

本発明者らの実験によれば、膜厚 $H$ 、 $HD$ は、その波長に対する比率が伝搬速度 $V$ 、電気機械結合係数 $K^2$ に影響するということがわかっている。従って上記のパラメータにより条件を分類することが有用である。図1～4に本発明の表面弾性波素子の断面図を示す。それぞれ簡単の為に、I、II、III、IV型と略称する。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明のI型の表面弾性波素子の例を示す断面図である。

10 図2は、本発明のII型の表面弾性波素子の例を示す断面図である。

図3は、本発明のIII型の表面弾性波素子の例を示す断面図である。

図4は、本発明のIV型の表面弾性波素子の例を示す断面図である。

図5は、本発明の実施例においてダイヤモンド層の厚みを( $2\pi \cdot HD/\lambda_M$ )  
=4.0としたとき、ZnOの厚みと表面弾性波の位相速度 $V$ の関係の測定結果を示す  
15 グラフである。四角は0次モード、菱形は1次モード、丸は2次モード、三角は3  
次モード、xは4次モード、+は5次モードである。前記の符号とモードの次数と  
の関係は、以下の図6から図9において同じである。

図6は、本発明の実施例によるI型の表面弾性波素子において、ダイヤモンド  
層の厚みを( $2\pi \cdot HD/\lambda_M$ )=4.0としたとき、ZnO層の厚みと各モードにお  
ける電気機械結合係数 $K^2$ の測定結果を示すグラフである。  
20

図7は、本発明の実施例によるII型の表面弾性波素子において、ダイヤモンド層  
の厚みを( $2\pi \cdot HD/\lambda_M$ )=4.0としたとき、ZnO層の厚みと各モードにお  
ける電気機械結合係数 $K^2$ の測定結果を示すグラフである。

図8は、本発明の実施例によるIII型の表面弾性波素子において、ダイヤモンド  
層の厚みを( $2\pi \cdot HD/\lambda_M$ )=4.0としたとき、ZnO層の厚みと各モードにお  
ける電気機械結合係数 $K^2$ の測定結果を示すグラフである。  
25

図9は、本発明の実施例によるIV型の表面弾性波素子において、ダイヤモンド層  
の厚みを( $2\pi \cdot HD/\lambda_M$ )=4.0としたとき、ZnO層の厚みと各モードにお

る電気機械結合係数 $K^2$ の測定結果を示すグラフである。

図10は、本発明の実施例によるI型の表面弾性波素子において、ダイヤモンド層の厚みを $(2\pi \cdot HD / \lambda_M) = 4.0$ としたとき、ZnO層の厚みと伝搬損失の測定結果を示すグラフである。

5 図11は、本発明の実施例に用いた櫛形電極の平面図である。

図12は、本発明の実施例に用いたダブル電極の平面図である。

#### 符号の説明

1は基板、2はダイヤモンド層、3はZnO層、4は櫛形電極、5は短絡用電極層

10

発明を実施するための最良の形態

図1はI型のものを示す。これはSi基板1の上に、ダイヤモンド層2を形成し、その上にZnO層3を設け、この上に櫛形電極4を形成したものである。これは次に述べるタイプ(1)～(4)に対応するものである。

15 図2はII型のものを示す。これはSi基板1の上に、ダイヤモンド層2を形成し、櫛形電極4をその上に設けたものである。この上にさらにZnO層3を形成する。これは次に述べるタイプ(5)に対応するものである。

図3はIII型のものを示す。これはSi基板1の上に、ダイヤモンド層2を形成し、櫛形電極4を形成し、ZnO層3を設けたものである。ここまではII型と同じである  
20 が、さらに、ZnO層3の上に短絡用電極5を形成する。これは次に述べるタイプ(6)～(7)に対応するものである。

図4はIV型のものを示す。これはSi基板1の上に、ダイヤモンド層2を形成し、この上に短絡用電極5を設ける。さらにZnO層3を形成し、この上に櫛形電極4を形成したものである。これは次に述べるタイプ(8)～(10)に対応するものである。  
25 以下、タイプ(1)～(10)について実験結果と対照しながら説明する。  
以下、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とする。

図5は、ダイヤモンド層の厚みHDを $2\pi \cdot HD / \lambda_M = 4.0$ とし、ZnO層の厚みHを変化させて位相速度(伝搬速度)を測定した結果を示すグラフである。横軸は

$2\pi \cdot H / \lambda_M$  である。縦軸は位相速度 ( $m/s$ ) である。この結果より ZnO 層が薄い方が、音速が大きいダイヤモンドの影響を受けやすく、位相速度が速くなる。四角は 0 次モード、菱形は 1 次モード、丸は 2 次モード、三角は 3 次モード、x は 4 次モード、+ は 5 次モードである。位相速度については構造による違い (I、II、I  
5 II、IV 型の違い) はない。

図 6 は I 型の構造についての電気機械結合係数  $K^2$  の測定結果を示すグラフである。ZnO 層が薄い時は 2 次モードの電気機械結合係数が大きく、ZnO 層が厚くなると 1 次モードの電気機械結合係数が大きくなり、さらに厚くなると 0 次モード、2 次モード、4 次モードが大きくなる。

10 図 7 は II 型の構造についての電気機械結合係数  $K^2$  の測定結果を示すグラフである。ZnO が薄い時は 1 次モードの電気機械結合係数が大きく、ZnO が厚くなると 0 次モードと 3 次モードの電気機械結合係数が大きくなり、さらに厚くなると 1 次モード、2 次モード、5 次モードの電気機械結合係数が大きくなる。

15 図 8 は III 型の構造についての電気機械結合係数  $K^2$  の測定結果を示すグラフである。ZnO が薄い時は 0 次モード、1 次モードの電気機械結合係数が大きくなり、ZnO が厚くなると、3 次モードの電気機械結合係数が大きくなり、さらに厚くなると 1 次モード、2 次モード、5 次モードの電気機械結合係数が大きくなる。

図 9 は IV 型の構造についての電気機械結合係数  $K^2$  の測定結果を示すグラフである。ZnO が薄い時は 0 次モードと 1 次モードの電気機械結合係数が大きく、ZnO の膜  
20 厚が厚くなると 1 次モードの電気機械結合係数が大きくなり、さらに厚くなると 0 次モード、2 次モード、3 次モード、4 次モードの電気機械結合係数が大きくなる。

図 10 は I 型の構造についての伝搬損失の測定結果を示すグラフである。伝搬損失は電気機械結合係数が大きい 1 次モードについて比較している。この結果、ZnO が厚い方が伝搬損失は小さくなる。

25 伝搬損失の測定には楕形電極としてダブル電極を用いた。ダブル電極は図 12 に示す様に、幅  $d_m$  の電極片が間隔  $d_f$  を置いて 2 つずつ並び、これが  $2 \cdot (d_f + d_m)$  の間隔をもって繰り返すように形成されている。この電極は表面弾性波として挿加した際、電極部と圧電体部との物質の不整合による散乱の影響を軽減出来る。

[タイプ1からタイプ10までの説明]

I型・・・タイプ1、2、3、4

(タイプ1) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 3.0 \sim 3.2$ を満たす構造で励起される1次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度Vに関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 3.0$ 未満では図10より明らかな様に膜質劣化により伝搬損失が増加してしまう。また、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 3.2$ を超えると伝搬速度が5500m/s以下になり従来材料で達成出来る伝搬速度になってしまう。

(タイプ2) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 4.2 \sim 6.0$ を満たす構造で励起される2次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度Vに関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 4.2$ 未満では電気機械結合係数が0.5%以下になり、小さくなってしまう。また、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0$ を超えると伝搬速度が5500m/s以下になり従来材料で達成出来る伝搬速度になってしまう。

(タイプ3) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0 \sim 8.5$ を満たす構造で励起される3次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度Vに関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0$ 未満では電気機械結合係数が0.5%以下になり、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 8.5$ を超えると伝搬速度が5500m/s以下になり従来



材料で達成出来る伝搬速度になってしまう。

- (タイプ4) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.0 \sim 10.0$ を満たす構造で励起される4次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度Vに関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.0$ 未満では電気機械結合係数が0.5%以下になってしまう。

#### 10 II型・・・タイプ5

- (タイプ5) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置し、その上にZnO層を積層してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.7 \sim 9.5$ を満たす構造で励起される5次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度Vに関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.7$ 未満では電気機械結合係数が0.5%以下になり、小さくなってしまう。また、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.5$ を超えると電気機械結合係数が0.5%以下になり小さくなってしまう。

#### 20 III型・・・タイプ6、7

- (タイプ6) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を積層しその上にZnO層を積層し、その上に短絡電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.2 \sim 8.5$ を満たす構造で励起される2次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度Vに関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.2$ 未満では電気機械結合係数が0.5%以下にな

り、小さくなってしまふ。また、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M) = 8.5$ を超えると伝搬速度が5500m/s以下になり従来材料で達成出来る伝搬速度になってしまう。

(タイプ7) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を積層しその上にZnO層を積層し、その上に短絡電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H/\lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M) = 7.8 \sim 9.5$ を満たす構造で励起される5次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度Vに関しては、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M) = 7.8$ 未満では電気機械結合係数が0.5%以下になり、小さくなってしまふ。また、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M) = 9.5$ を超えると電気機械結合係数が0.5%以下になり、小さくなってしまふ。

IV型・・・タイプ8、9、10

(タイプ8) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に短絡電極を積層し、その上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H/\lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M) = 4.8 \sim 6.0$ を満たす構造で励起される2次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度Vに関しては、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M)$ は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M) = 4.8$ 未満では電気機械結合係数が0.5%以下になり、小さくなってしまふ。また、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M) = 6.0$ を超えると伝搬速度が5500m/s以下になり従来材料で達成出来る伝搬速度になってしまう。

(タイプ9) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に短絡電極を積層し、その上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H/\lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H/\lambda_M) = 6.0 \sim 8.5$ を満たす構造で励起される3次モードの表面弾性波を利用することを特

徴とする。

- 位相速度  $V$  に関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$  は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0$  未満では電気機械結合係数が 0.5% 以下になり、小さくなってしまう。また、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 8.5$  を超えると伝搬速度が 5500m/s 以下になり従来材料で達成出来る伝搬速度になってしまう。

- (タイプ 10) ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に短絡電極を積層し、その上に ZnO 層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO 層の厚みを  $H$ 、表面弾性波の波長を  $\lambda_M$  とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$  の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.0 \sim 10.0$  を満たす構造で励起される 4 次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする。

位相速度  $V$  に関しては、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$  は小さい程位相速度は大きくなり望ましいが、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.0$  未満では電気機械結合係数が 0.5% 以下になり、小さくなってしまう。

- タイプ 1 ～ タイプ 10 の素子において、利用する表面弾性波は基本波であってもよいし、また高調波を利用することもできる。ここでいう基本波とは図 11 に示す櫛形電極により電極幅を  $d_m$ 、電極間距離を  $d_f$  とした時、発生する表面弾性波の波長を  $\lambda$  とし  $\lambda = 2 \cdot (d_f + d_m)$  で表されるものであり、高調波とは、基本波の波長を整数倍で割った値と等価であり、高調波の倍数を  $M$  とすると  $\lambda_M = \lambda / M$  で表されるものである。

#### 実施の形態

- 本発明では、天然型ダイヤモンドと合成ダイヤモンドのいずれも使用可能である。また、単結晶ダイヤモンドでも多結晶ダイヤモンドでもアモルファスダイヤモンドでもよい。また、ダイヤモンド単体でもよいし、他の基材上に形成された薄膜でも良い。

ダイヤモンド層は基板の一部であっても良いし、基板の全部であっても良い。ダイヤモンド層はその全部が絶縁性であっても良いが、その一部または全部が半導電

性であってもよい。また、ダイヤモンドを成膜するための基板としては、Si、Mo、W等の無機材料、金属あるいはガラス、セラミックス、酸化物、窒化物等のいずれであってもよい。いずれの基材でも最適な $(2\pi \cdot HD/\lambda_M)$ は同じである。しかしながらダイヤモンドの膜厚が非常に薄く、表面弾性波の波長より非常に小さい場合、特に、 $(2\pi \cdot HD/\lambda_M < 0.5)$ の場合には基材の影響が現れる。従って本発明において、好ましい範囲は、 $2\pi \cdot HD/\lambda_M \geq 0.5$ である。更に好ましくは、 $2\pi \cdot HD/\lambda_M \geq 4.0$ である。

ダイヤモンド薄膜の形成方法はCVD法、プラズマCVD法、PVD法、熱フィラメント法等、公知の方法で行うことができる。反応室内部のガスをプラズマ化するための方法としては、高周波、低周波によるグロー放電法、アーク放電法等の各種放電法等を用いることができる。ダイヤモンドを形成する方法としては、水素原子を含む化合物を用いて成膜できる。またハロゲン原子を供給し得るガスと水素原子を含む化合物を用いて成膜できる。ハロゲン原子を供給し得るガスとは、ハロゲン分子は勿論、ハロゲン化有機化合物、ハロゲン化無機化合物等のハロゲン原子を分子内に含む化合物をすべて含有する。たとえば、フッ化メタン、フッ化エタン、トリフッ化メタン、フッ化エチレン等のパラフィン系、オレフィン系、脂環式、芳香族等の有機化合物、ハロゲン化シランのような無機化合物等である。ハロゲンガスを成膜室内に導入することにより基板温度を下げることができ、 $200^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ でダイヤモンドが成膜できる。

ハロゲンガスは水素元素との結合力が大きく原子半径の小さい方が好ましい。特に低圧で安定な膜を形成するためには、フッ化化合物が好ましい。また水素原子を含む化合物としては、たとえばメタン、エタン、プロパン等の脂肪族炭化水素、ベンゼン、ナフタレン等の芳香族炭化水素の他エチレン、プロピレン、ビドラジン等のヘテロ原子を有する有機化合物等である。

ダイヤモンドの高純度のものは誘電率の低い絶縁体である。しかし、B、Al、P、S等の不純物を導入したり、イオン注入や電子線照射により格子欠陥を導入すると、半導電性ダイヤモンドを形成できる。Bを含む半導電性のダイヤモンド単結晶は天然にも稀に産出し、超高压法により人工的に産出することも可能である。ダ

イヤモンド層あるいは基板上に成膜したダイヤモンド薄膜は絶縁体であることが好ましく、抵抗率は $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、好ましくは $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上が必要である。またダイヤモンド層あるいは成膜したダイヤモンド薄膜の表面は、表面弾性波の散乱やその他の損失を軽減するため、平坦であることが好ましく、必要に応じて表面を研磨する必要がある。

またエピタキシャル法による単結晶ダイヤモンド薄膜を使用することもできる。 $\text{ZnO}$ 薄膜はスパッタ法やCVD法の気相合成法を用いることによって、大きな圧電性を有するC軸配向性の優れたものを成長することができる。C軸配向性が $\sigma$ 値で3以下であり、抵抗率 $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることが好ましい。

10  $\text{ZnO}$ は、c軸配向性 $\text{ZnO}$ であることが好ましい。ここに、c軸配向であるとは、 $\text{ZnO}$ 膜の(001)面が基板と平行であるように形成されることをいう。形成された $\text{ZnO}$ 膜がc軸配向であれば、 $\text{ZnO}$ の本来有する圧電性を充分に利用した表面弾性波素子を実現することが可能になる。

電極、及び短絡用電極材料としてはエッチングによる電極作製が可能で、抵抗率が小さい金属であり、Au、Al、Cu、等の低温で蒸着可能な金属、Ti、Mo、W等の高温で成膜される金属、またTiの上にAlを蒸着したような2種以上の金属を用いることも可能である。特に、電極作製の容易さよりAl、Tiを用いることが好ましい。櫛形電極の作製方法は電極用金属成膜後、レジストを電極用金属表面に均一に塗布し、ガラス等の透明平板に櫛形電極パターンを有するマスクをのせ、水銀ランプ等を用いて露光、あるいは電子ビームにより電極を直接形成することも可能である。その後、現像してレジストによる櫛形電極を形成する。

電極、及び短絡用電極の厚さに特に制約はないが、 $10 \sim 500 \text{ nm}$ 程度の厚さであることが好ましい。 $10 \text{ nm}$ 未満では抵抗率が高くなり損失が増加する。一方、 $500 \text{ nm}$ を越えると、表面弾性波の反射を引き起こす質量付加効果が著しくなる。

25 電極のエッチング方法は、たとえば、Al等の低融点金属としては水酸化ナトリウム溶液等のアルカリ性溶液、硝酸等の酸性溶液によるウェットエッチング法でエッチング可能である。高融点金属もフッ酸と硝酸の混合溶液を用いてエッチング可能である。また、 $\text{BCl}_3$ 等のガスを用いて、反応性イオンエッチング法により電

極を作製することも可能である。

電極のエッチングの際に用いる薬品あるいはガスによりZnO表面を劣化させることがあり、その対策としてZnOと櫛形電極の間に薄い絶縁体、あるいは誘電体を挿入する事も可能である。この場合、薄膜の影響がないよう薄膜の厚みを50nm以下にする必要がある。

(実施例1)

図1から4に示した4種類の表面弾性波フィルタをZnO膜の膜厚を変化させて作製した。そのフィルター特性を測定し、その動作周波数 $f$ より表面弾性波の位相速度 $V = f \cdot \lambda_M$ を求め、櫛形電極の放射インピーダンスの測定より、電気機械結合係数 $K^2$ を求めた。

10 mm×10 mm×0.3 mmのSi基板上にマイクロ波プラズマCVD法を用いてダイヤモンドを厚み50  $\mu\text{m}$ に成膜した後、ダイヤモンド表面をダイヤモンドコート研磨機を用いて種々の膜厚1～30  $\mu\text{m}$ まで研磨した。多結晶ダイヤモンドの原料には $\text{CH}_4$ を $\text{H}_2$ で100倍に希釈したガスを用いた。これらの膜はいずれも $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の抵抗率を有していた。

研磨したダイヤモンド表面に圧電体、電極、あるいは短絡電極を形成した。圧電体としてはZnOの薄膜を形成した。ZnO薄膜はZnO多結晶をArと酸素の混合ガスでスパッタする方法で得た。スパッタの条件は基板温度400℃、RFパワー160W、圧力2.7 Paである。スパッタの時間を変えることでZnOの膜厚を変化させることができ、ZnOの膜厚を $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 0.2 \sim 1.0$ のものを作成した。

電極、及び短絡用電極はAlを抵抗加熱法により50 nmの厚みに蒸着し、電極はフォトリソグラフィ法を用いて作製した。電極の作製はウェットエッチング法を用いた。電極の線幅、及び線間はそれぞれ0.5  $\mu\text{m}$ ～4  $\mu\text{m}$ とし、基本波は図11の電極パターンで形成し波長 $\lambda_M$ は2～16  $\mu\text{m}$ 、高調波は図12の電極パターンで形成し、波長 $\lambda_M$ は1.33～10.67  $\mu\text{m}$ の3倍高調波を用いた。

図5にZnOの膜厚 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ を変化させた場合の位相速度を、図6にZnOの膜厚 $(2\pi \cdot H / \lambda_M)$ を変化させた場合の図1の構造で得られた電気機

械結合係数の測定結果を、図7にZnOの膜厚 ( $2\pi \cdot H / \lambda_M$ ) を変化させた場合の図2の構造で得られた電気機械結合係数の測定結果を、図8にZnOの膜厚 ( $2\pi \cdot H / \lambda_M$ ) を変化させた場合の図3の構造で得られた電気機械結合係数の測定結果を、また図9にZnOの膜厚 ( $2\pi \cdot H / \lambda_M$ ) を変化させた場合の図4の構造で得られた電気機械結合係数の測定結果を示す。図より、本構造における ( $2\pi \cdot H / \lambda_M$ )、及びモードの選択は位相速度5500m/s以上の高い位相速度と、0.5%以上の高い電気機械結合係数を併せ持ち、従来材料である水晶、LiNbO<sub>3</sub>等と比較して高い周波数で動作出来る。

(実施例2)

図1に示した表面弾性波フィルタを各膜厚でそれぞれ3種類のダブル電極を用いて形成しZnOの膜厚を変化させて作製した。各電極は電極線幅、及び線間を1  $\mu$ mで形成し、入出力の電極の線幅方向の中心間距離を電極の線幅+電極間距離の8倍を基本として、その40倍、80倍、120倍の距離に配置したパターンを用いて基本波の周波数特性を測定し、損失の傾きから伝搬損失を求めた。波長 $\lambda_M$ は6.4  $\mu$ mである。

その結果、図10に示す様に、ZnOの膜厚が厚い程伝搬損失が低下し、ZnOの $2\pi \cdot H / \lambda_M = 1$ の場合と比較すると、今回の膜厚設定では伝搬損失が71dB/cmから66dB/cm以下に低減出来、従来の膜厚と比較し伝搬損失が低減されることが明らかになった。

産業上の利用可能性

本発明によれば、伝搬損失が小さくかつ伝搬速度、及び電気機械結合係数が大きい表面弾性波素子が得られるので、数百MHzから数十GHz帯の高周波領域で動作する表面弾性波素子を容易に提供することが出来る。表面弾性波素子の用途としては帯域通過フィルター、共振器、発振器、コンボルバー等が挙げられる。

## 請求の範囲

1. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる  
5 表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 3.0 \sim 3.2$ を満たす構造で励起される1次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。
2. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる  
10 表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 4.2 \sim 6.0$ を満たす構造で励起される2次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。
3. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる  
15 表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0 \sim 8.5$ を満たす構造で励起される3次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。
4. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる  
20 表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.0 \sim 10.0$ を満たす構造で励起される4次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。
5. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置し、その上にZnO層を積層してなる  
25 表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.7 \sim 9.5$ を満たす構造で励起される5次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。
6. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜



の上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を積層しその上にZnO層を積層し、その上に短絡電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.2 \sim 8.5$ を満たす構造で励起される2次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。

7. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を積層しその上にZnO層を積層し、その上に短絡電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 7.8 \sim 9.5$ を満たす構造で励起される5次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。

8. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に短絡電極を積層し、その上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 4.8 \sim 6.0$ を満たす構造で励起される2次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。

9. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に短絡電極を積層し、その上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 6.0 \sim 8.5$ を満たす構造で励起される3次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表面弾性波素子。

10. ダイヤモンド層或いは基板上に形成したダイヤモンド層からなる誘電体薄膜の上に短絡電極を積層し、その上にZnO層を積層し、その上に表面弾性波を励起させる櫛形電極を配置してなる表面弾性波素子において、ZnO層の厚みをH、表面弾性波の波長を $\lambda_M$ とした時、 $2\pi \cdot H / \lambda_M$ の値が、 $(2\pi \cdot H / \lambda_M) = 9.0 \sim 10.0$ を満たす構造で励起される4次モードの表面弾性波を利用することを特徴とする表

面弾性波素子。

1 1. 利用する表面弾性波が基本波であることを特徴とする請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の表面弾性波素子。

5 1 2. 利用する表面弾性波が高調波であることを特徴とする請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の表面弾性波素子。

1/10

図 1

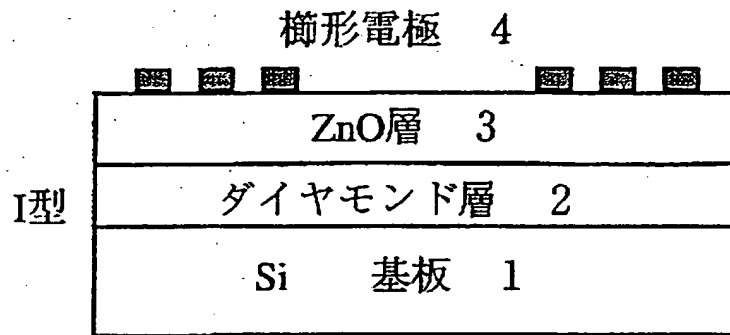
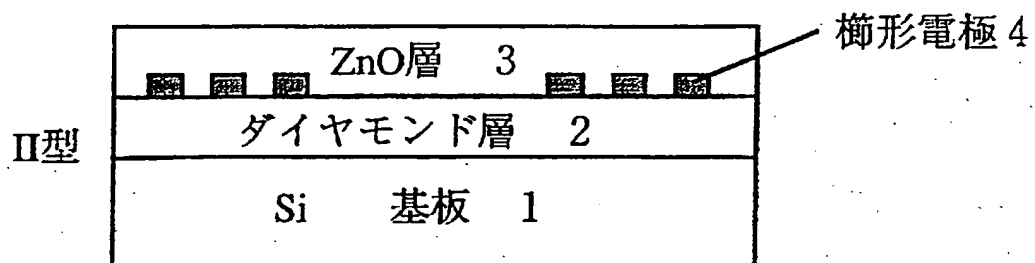


図 2



2/10

図 3

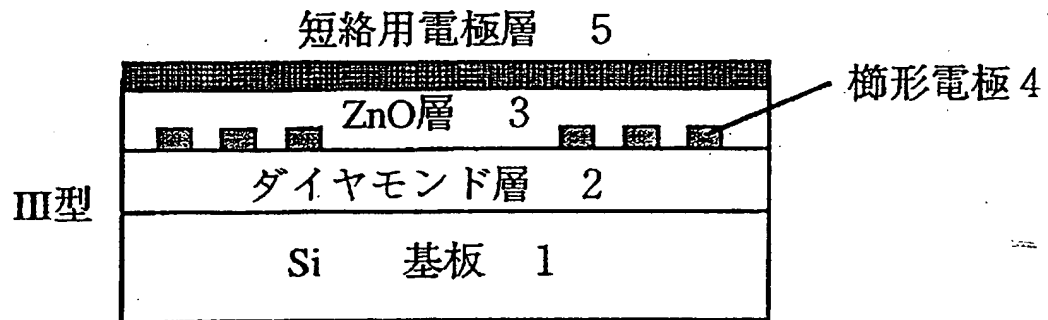


図 4

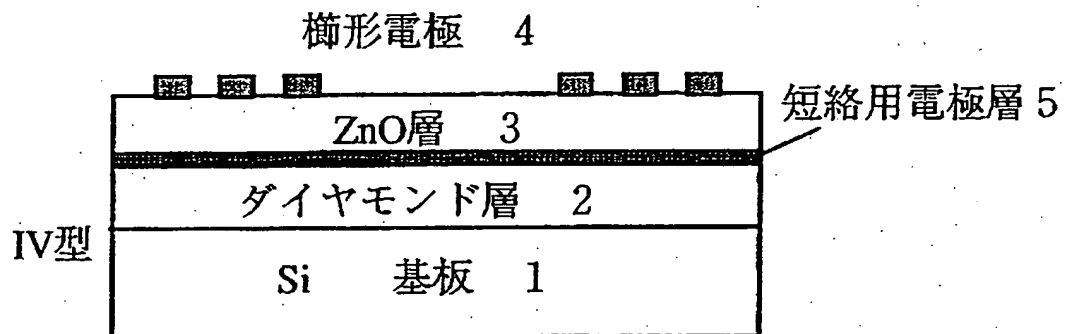
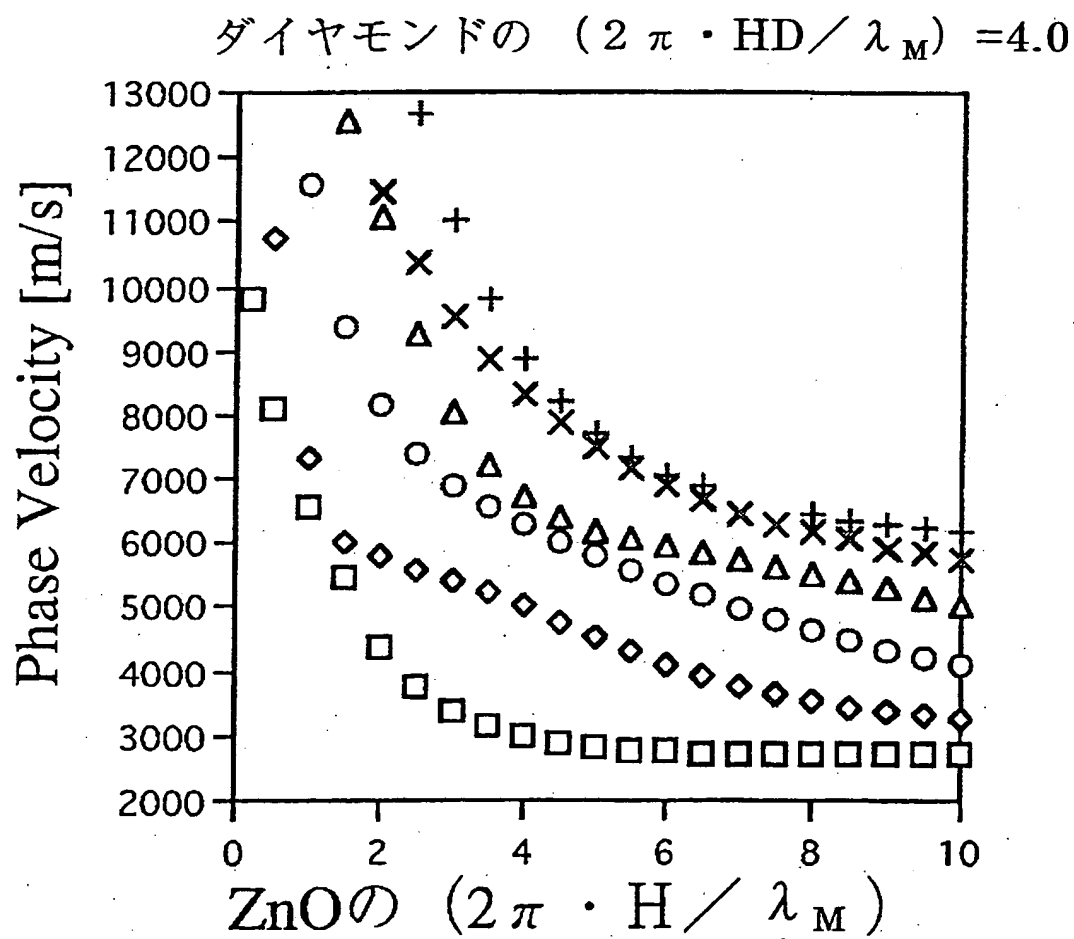
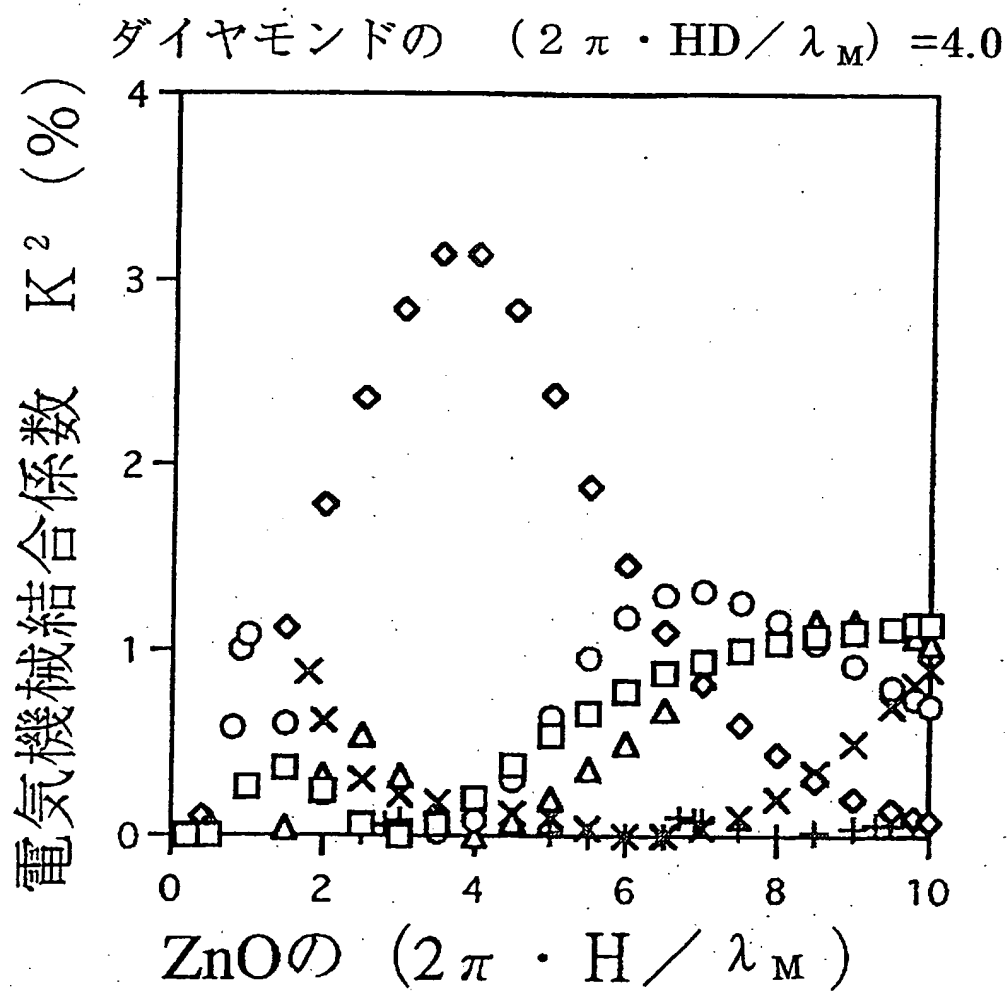


図 5



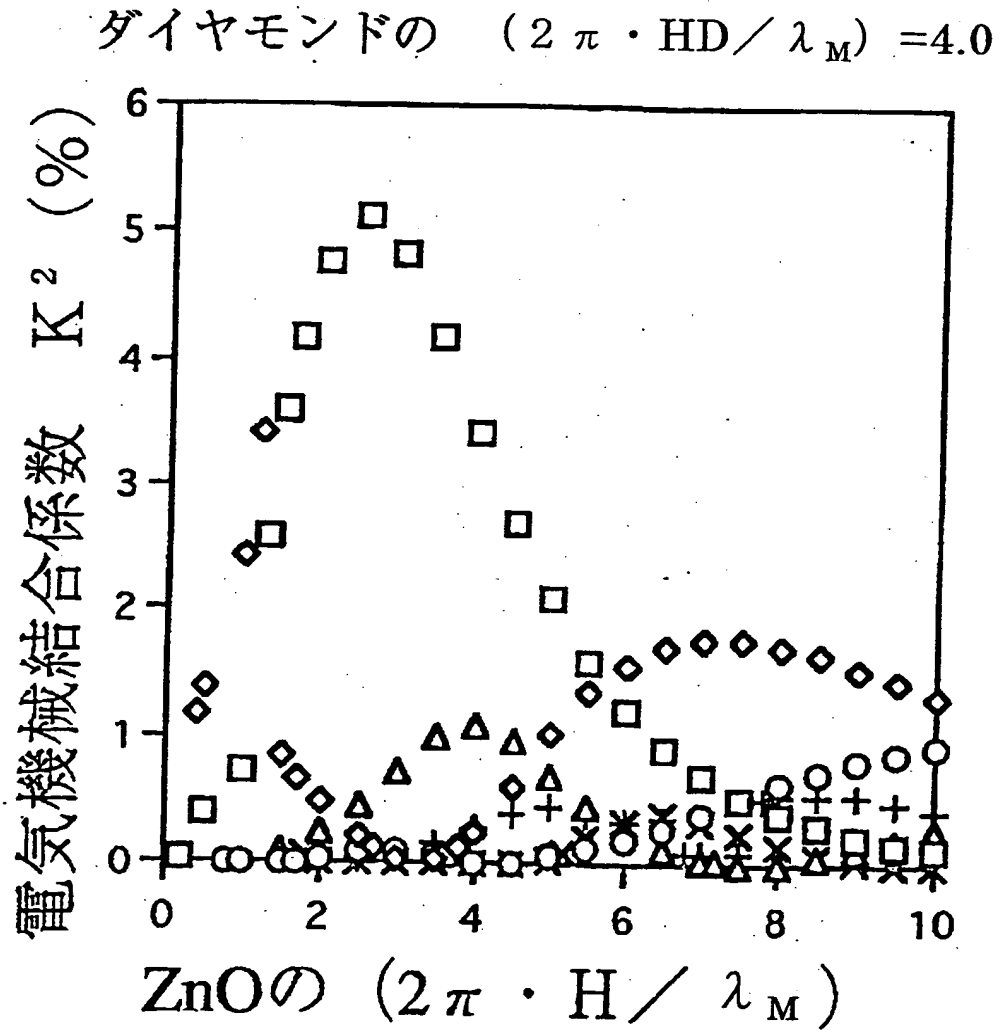
4/10

図 6



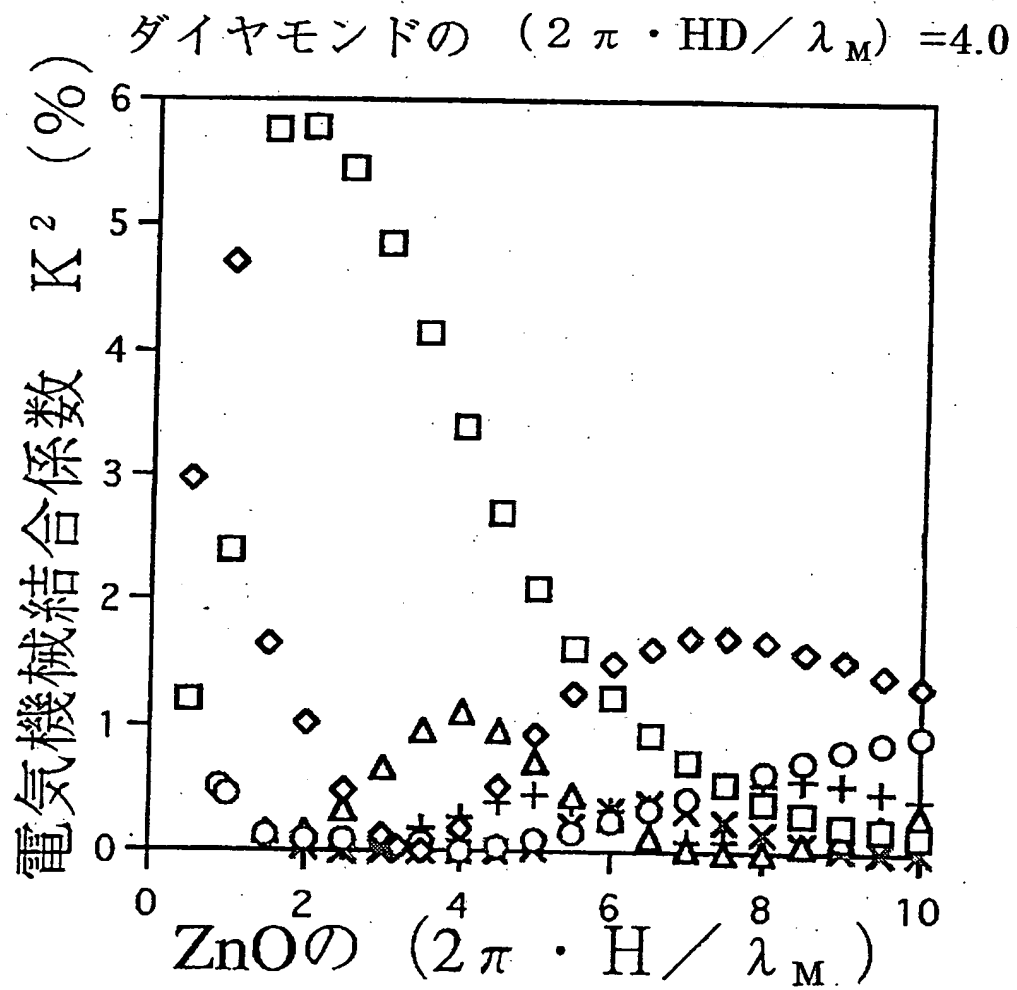
5/10

図 7



6/10

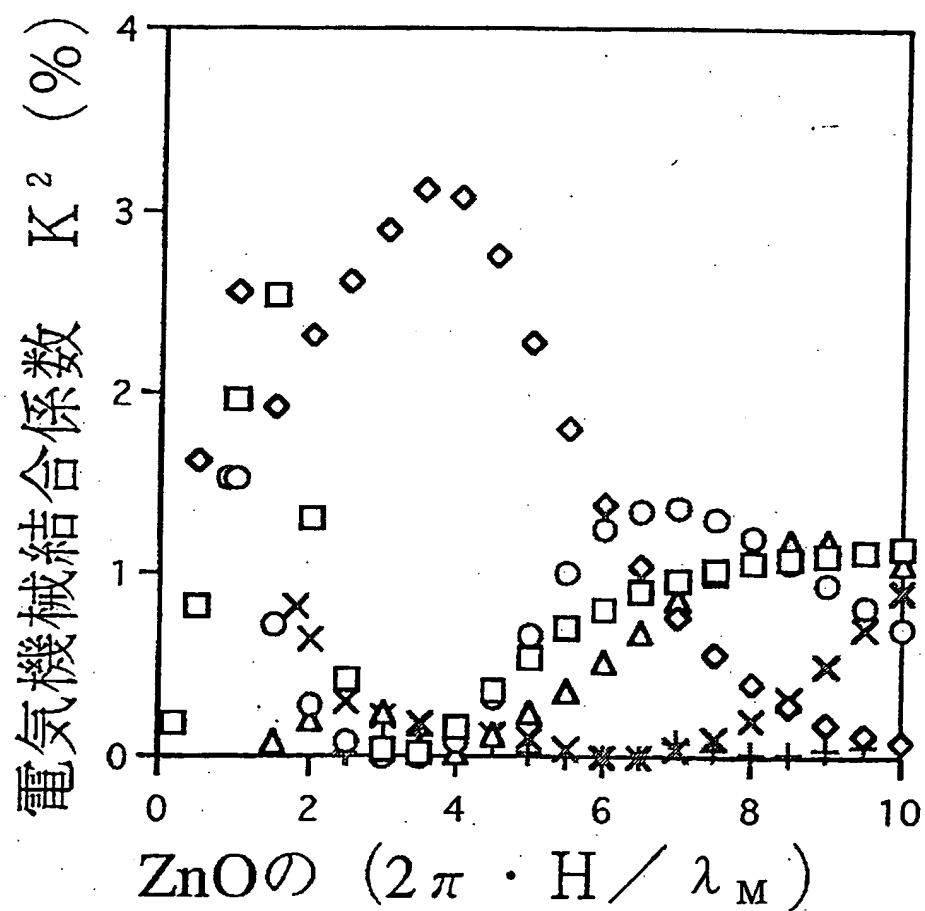
図 8





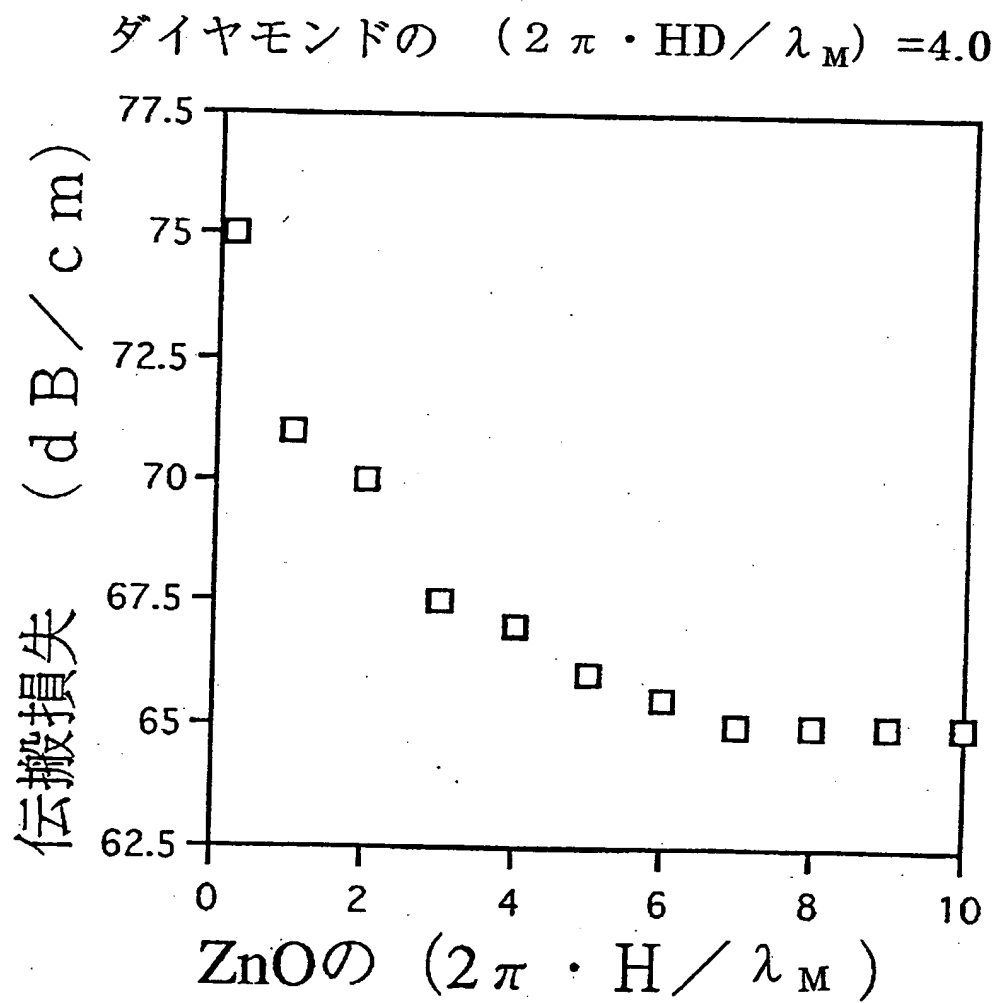
7/10

図 9

ダイヤモンドの  $(2\pi \cdot HD / \lambda_M) = 4.0$ 

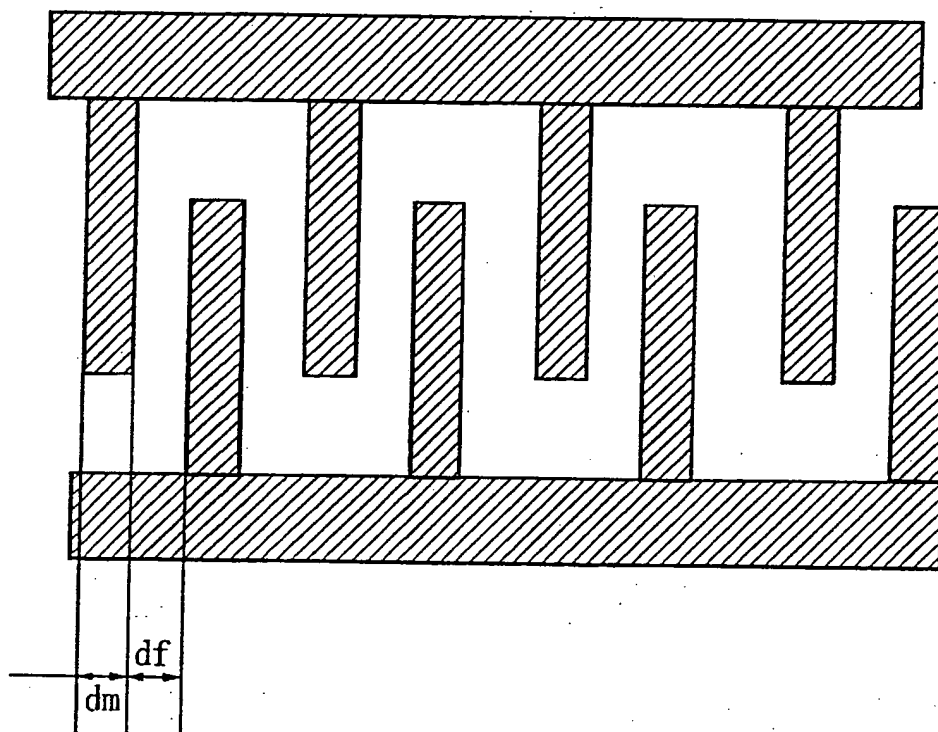
8/10

図 10



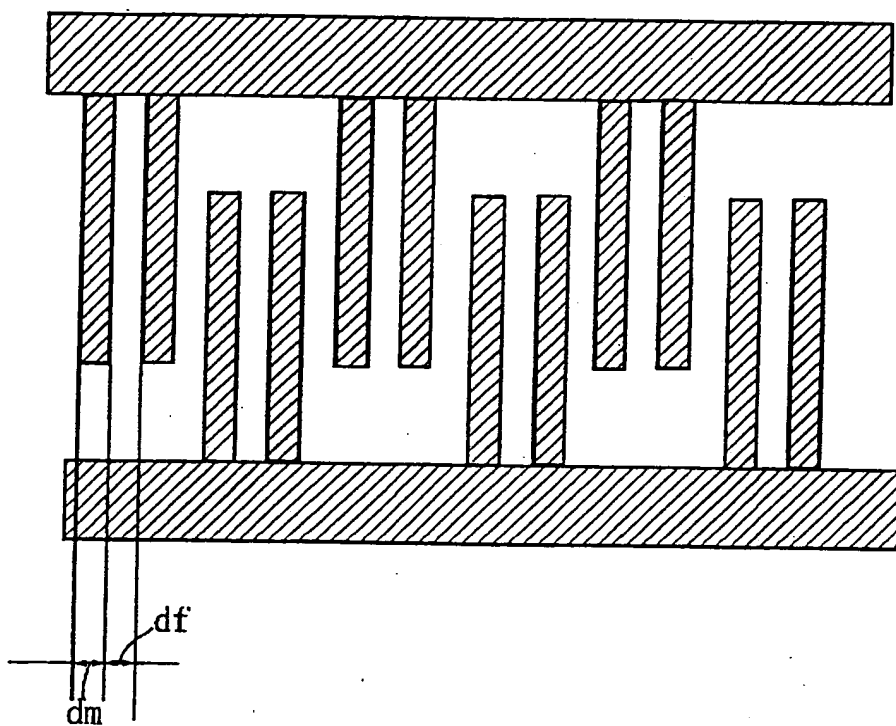
9/10

図 11



10/10

図 12



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

F. JP00/06944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H03H9/145

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H03H9/145

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-2000 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP, 3-198412, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 29 August, 1991 (29.08.91) & EP, 435189, A & US, 5160869, A & DE, 69029080, E Fig. 24 Figs. 15 to 18, 23 to 30	1, 11 3-10
X A	JP, 5-83078, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 02 April, 1993 (02.04.93) (Family: none) Fig. 13 Figs. 8 to 9, 12 to 15	1, 12 3-10
X	1989 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM VOL.1 K. Yamanouchi et al., "SAW PROPAGATION CHARACTERISTICS AND FABRICATION TECHNOLOGY OF PIEZOELECTRIC THIN FILM/DIAMOND STRUCTURE" p.351-354 Fig.4c K <sup>2</sup> of R <sub>2</sub> (IDT arrangements (2))	2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search  
04 January, 2001 (04.01.01)

Date of mailing of the international search report  
16 January, 2001 (16.01.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> H03H9/145

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> H03H9/145

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-2000

日本国公開実用新案公報 1971-2000

日本国登録実用新案公報 1994-2000

日本国実用新案登録公報 1996-2000

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP, 3-198412, A (住友電気工業株式会社) 29. 8 月. 1991 (29. 08. 91) &EP, 435189, A&U S, 5160869, A&DE, 69029080, E 第24図 第15図-第18図, 第23図-第30図, JP, 5-83078, A (住友電気工業株式会社) 2. 4月. 1 993 (02. 04. 93) (ファミリーなし)	1, 11 3-10
X A	【図13】 【図8】-【図9】, 【図12】-【図15】	1, 12 3-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 01. 01

国際調査報告の発送日

16.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

清水 稔

印

5W

8525

電話番号 03-3581-1101 内線 6441

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	<p>1989 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM VOL. 1</p> <p>K. Yamanouchi et al., " SAW PROPAGATION CHARACTERISTICS AND FABRICATION TECHNOLOGY OF PIEZOELECTRIC THIN FILM/DIAMOND STRUCTURE " p. 351-354</p> <p>Fig. 4c <math>K^2</math> of <math>R_2</math> (IDT arrangements (2))</p>	2